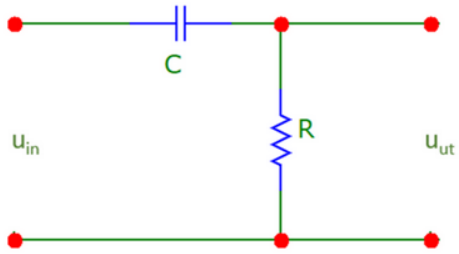
Wallenbergs fysikpris experimentfinal

16 mars 2023

Uppgift 2: Delningsfilter

Många högtalare har flera element och den som visas i figur 1 har en bashögtalare (subwoofer) och en diskanthögtalare (tweeter). Medelst delningsfilter kan låga frekvenser skickas till bashögtalaren och höga frekvenser till diskanthögtalaren. Filter kan vara rätt komplicerade, men denna uppgift handlar om den allra enklaste varianten, som består av en kondensator och en resistor. I figur 2 ses kopplingsschemat med in- och utgång markerade. Om filtret ges likspänning (DC) stoppar kondensatorn givetvis strömmen. Ges filtret däremot växelspänning (AC) medieras spänningen över kondensatorn, vilken driver ström på ömse sidor. Med ökande frekvens går detta allt bättre, vilket upplevs som att kondensatorns motstånd mot växelström (impedans) minskar.

Figur 1: Högtalare



Figur 2: Kopplingsschema

Uppgift:

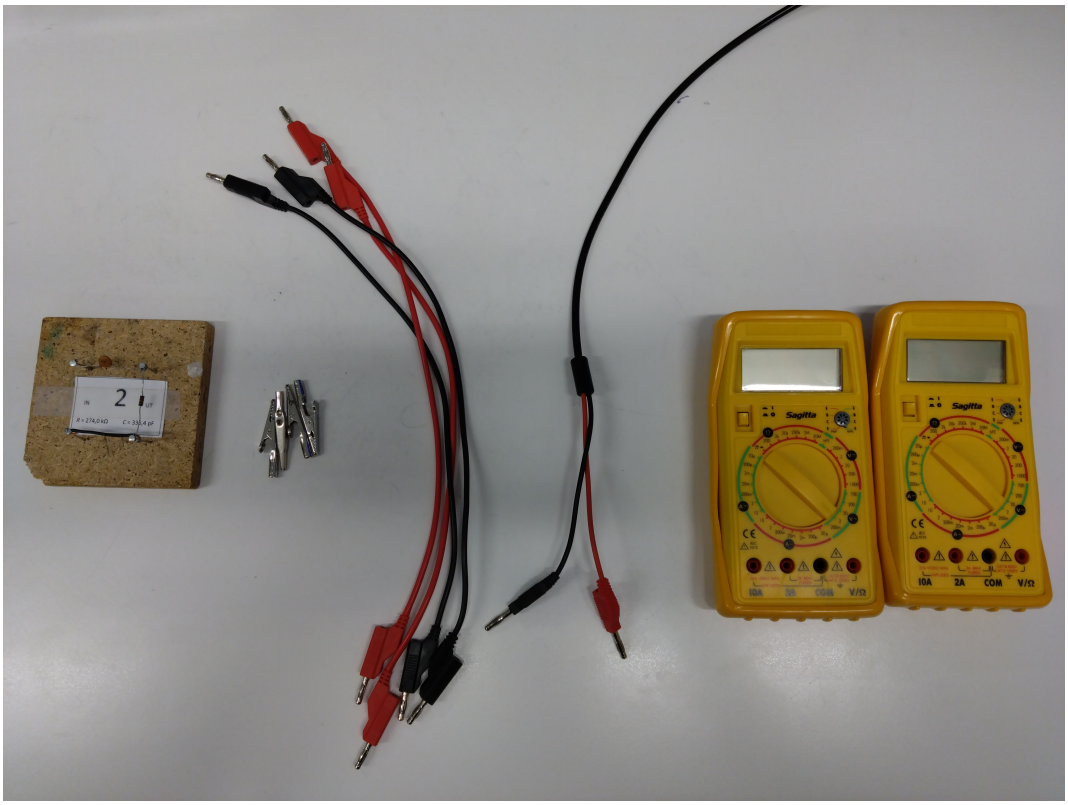
- Anslut tongenerator och multimetrar för att kunna mäta spänningarna U_{in} och U_{ut}. Redovisa ditt kopplingsschema.
- Välj inspänning på omkring 1 V. Ta upp en mätserie för U_{in} och U_{ut} för ett antal frekvenser f mellan 100 Hz och 15 000 Hz och redovisa i en tabell.
- Utvidga tabellen med samhörande värden av $U_{\text{ut}}/U_{\text{in}}$, $\log(U_{\text{ut}}/U_{\text{in}})$ och $\log f$.
- Redovisa en graf med $\log(U_{\text{ut}}/U_{\text{in}})$ som funktion av $\log f$.
- Lämpar sig filtret för bas- eller diskanthögtalare?

Till skillnad från ett kaffefilter ska ett elektriskt filter, helst fullt ut, bryta eller släppa fram signalerna för en given frekvens. I praktiken går inte detta, utan ett elektriskt filter karaktäriseras av brytfrekvens och branthet.

- Brytfrekvens kan definieras som skärningspunkten mellan de två asymptoter som filtergrafen ansluter till vid låg respektive hög frekvens. Rita in asymptoterna i grafen och redovisa skärningspunktens frekvens, f_{bryt}.
- Jämför med det teoretiska värdet $f_{\text{bryt}} = 1/(2\pi RC)$, där värdena på R respektive C återfinns på spånplattan.
- Beräkna brantheten, dvs, riktningskoefficienten för den lutande asymptoten både i enheten dB/dekad och i dB/oktav, där $\text{dB} = 20\log(U_{\text{ut}}/U_{\text{in}})$. Ledning: En oktav betyder en faktor 2 i frekvens och en dekad betyder en faktor 10 i frekvens.

Materiel

- Filter på spånplatta
- Tongenerator
- Två multimetrar
- Sladdar och krokodilklämmor



Figur 3: Tillgängligt materiel. Den svarta sladden som går ut ur bilden är kopplad till tongeneratorn (se nästa sida).

Instruktion till tongeneratorn

Figur 4: Panelen på tongeneratorn.

En översikt över knapparna på tongeneratorn som är relevanta för denna uppgift visas i figur 4. Knapparna A och B används för att skifta mellan att justera frekvens (i Hz) och amplitud (i V). Trycker man flera gånger på A växlar man mellan att ange en frekvens och en periodtid. Trycker man flera gånger på B växlar man mellan att ange amplituden som skillnaden mellan högsta och lägsta spänningen under perioden (i läget "Ampl") och att endast ange högsta spänningen under perioden (i läget "HiLevel"). Knapparna D och E används till att välja vilken storleksordning som ska justeras, och värdet väljs sedan genom att vrida på ratten F. Knappen C används slutligen till att sätta på och stänga av signalen.

OBS 1! Tryck inte på några av de övertejpade knapparna! Råkar du göra detta så att någon inställning ändras som du inte lyckas återställa, be assistenten om hjälp!

OBS 2! Värdet på amplituden som anges på tongeneratorn är endast ungefärligt och kan avvika från det faktiska värdet vid låga impedanser! Det skiljer dessutom med en faktor $\sqrt{2}$ från effektivvärdet som mäts av multimetrarna. Använd därför multimetrarna för att mäta både in- och utspänningen!